

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Sungai merupakan salah satu sumber air yang masih banyak digunakan masyarakat luas terutama untuk pengairan, minum untuk binatang ternak, kadang untuk mandi, dan ada yang menggunakannya untuk sumber air minum dan memasak. Penggunaan air ini untuk kebutuhan sehari-hari perlu dipertimbangkan lagi karena telah terjadi pencemaran sungai oleh berbagai polutan khususnya logam berat. Ada berbagai media untuk memantau, menilai, dan pengendalian pencemaran logam. Media yang paling jelas adalah permukaan perairan. Penyelidikan sedimen dari air sangat penting dalam penelitian sistem perairan. Sedimen mencerminkan kualitas sistem perairan serta memberikan informasi tentang dampak sumber pencemaran (Kruopiene, 2007).

Terdapat 50 pabrik di dekat Bengawan Solo dan 42 di antaranya di wilayah Karanganyar pada tahun 2001. Industri tersebut meliputi pabrik tekstil, penyamakan kulit, Mono Sodium Glutamate (MSG)/vetsin, alkohol konveksi/batik, dan cat (Solikun, 2004). Limbah industri tersebut dapat mengandung logam berat seperti Pb dalam industri digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat (Frank, 1995). Logam kadmium digunakan sebagai bahan pewarna dalam industri plastik (Palar, 1994) dan konveksi/batik (Fardiaz, 1992).

Cemaran logam berat berupa timbal dan kadmium tergolong mineral mikroelemen dan merupakan logam berat. Dalam hasil penelitian sebelumnya pada pencemaran air oleh limbah industri di Sungai Bengawan Solo terdapat kandungan logam berat (Cu, Cr, Zn, Fe, Mn) yang tinggi dan melebihi ambang batas (Moelyadi, 1994). Dikhawatirkan juga ini terdapat dan terakumulasi dalam sedimen disungai Bengawan Solo. Logam berat yang terkandung dalam sedimen sungai seperti timbal dan kadmium memiliki toksisitas yang dapat ditemukan dan menetap di dalam alam, tetapi bentuk kimianya dapat berubah akibat pengaruh fisikokimia, biologis maupun aktivitas manusia dan menimbulkan penyakit yang berbahaya (Palar, 1994). Jika didapatkan konsentrasi yang tinggi di dalam lingkungan, logam-logam ini dapat merusak jaringan tubuh makhluk hidup.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan kadar Pb dan Cd yang terdapat di dalam sedimen Sungai Bengawan Solo. Pengambilan sampel di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta.

B. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah sedimen dalam sungai Bengawan Solo yang berada di sekitar industri di Jurug Surakarta mengandung logam Pb dan Cd?
2. Apakah konsentrasi logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sedimen sungai Bengawan Solo yang berada di sekitar industri di Jurug Surakarta melebihi batas aman yang diperbolehkan atau tidak?

C. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk :

1. Mengetahui ada tidaknya logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terdapat dalam sedimen sungai Bengawan Solo yang berada di sekitar industri di Jurug Surakarta.
2. Mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sedimen sungai Bengawan Solo yang berada di sekitar industri di Jurug Surakarta.

D. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pencemaran

a) Pencemaran Sungai

Pencemaran sungai yaitu masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Polutan air dapat disebabkan oleh sumber dan jenis polutan yang sangat bervariasi, seperti padatan tersuspensi, bahan organik dan anorganik, minyak dan lemak, bahan nutrisi dan senyawa belerang, zat berwarna dan zat berbau busuk, dan bakteri coli (Sunu, 2001). Pencemaran sungai berasal dari (1) tingginya kandungan sedimen yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, penambangan, konstruksi, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya; (2) limbah organik dari manusia, hewan dan tanaman (3) kecepatan pertambahan senyawa kimia yang berasal dari aktivitas industri yang membuang limbahnya ke

perairan. Untuk menjaga kualitas air agar tetap pada kondisi alamiahnya, perlu dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana (Diana, 2005).

Polutan air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu limbah *degradable* dan non *degradable*. Limbah *degradable* yaitu limbah yang dapat terdekomposisi atau dapat dihilangkan dari perairan dengan proses biologis alamiah, seperti limbah domestik. Sedangkan limbah non *degradable* adalah limbah yang tidak dapat dihilangkan dari perairan dengan proses biologis alamiah, seperti limbah radiologi dan senyawa organik (Sunu, 2001).

b) Pencemaran Sedimen

Sedimen sungai sebagai komponen dasar dari lingkungan menyediakan makanan bagi organisme hidup. Sedimen juga berfungsi sebagai wadah dan reservoir untuk berbagai kontaminan. Telah diakui bahwa sedimen akuatik menyerap bahan kimia kuat dan beracun untuk berbagai tingkatan lebih tinggi dari konsentrasi air sungai. Yakni, ketika dilepaskan ke lingkungan perairan, banyak bahan kimia antropogenik mengikat atau menyerap ke partikulat materi. Tergantung pada morfologi sungai dan hidrologi kondisi, partikel ditanggihkan dengan terkait kontaminan dapat menetap di sepanjang anak sungai dan menjadi bagian dari sedimen bawah, jarak beberapa kilometer hilir dari sumber kimia (Milenkovic dkk, 2005).

2. Pencemaran Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lainnya. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang

dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Karakteristik dari logam berat adalah memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar, mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida, dan mempunyai respon biokimia khas pada organisme hidup (Palar, 1994).

Keberadaan logam-logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber alamiah dan dari aktifitas manusia. Sumber alamiah dapat berasal dari pengikisan batuan mineral. Di samping itu, partikel logam yang ada di udara dengan adanya hujan dapat menjadi sumber logam dalam perairan. Logam yang berasal dari aktifitas manusia dapat berupa buangan industri ataupun buangan dari rumah tangga. Kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh derajat keasaman air, jenis dan konsentrasi logam dan khelat serta keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks (Palar, 1994).

Logam-logam di perairan akan bereaksi dengan ligand-ligand yang mempunyai konsentrasi lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam yang membentuk senyawa kompleks. Sementara untuk logam-logam seperti Pb (II), Zn (II), Cd (II) dan Hg (II), mempunyai kemampuan untuk membentuk kompleks sendiri dengan ion-ion klorida dan atau sulfat pada konsentrasi yang sama dengan yang ada di air laut. Keadaan logam di perairan juga dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara air dengan sedimen di bagian dasar perairan. Pada dasar sungai ion-ion logam dan kompleksnya membentuk partikel-partikel yang lebih besar

apabila kontak dengan partikulat yang melayang-layang dalam badan perairan (Palar, 1994).

Umumnya logam-logam yang terdapat dalam tanah dan perairan dalam bentuk persenyawaan, seperti senyawa hidroksida, oksida, karbonat dan sulfida yang sangat mudah larut dalam air. Namun pada perairan yang mempunyai derajat keasaman mendekati normal (pH 7-8) kelarutannya cenderung stabil. Semakin naik derajat asam pada badan perairan maka kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut semakin kecil. Derajat keasaman yang tinggi akan menggeser karbonat ke hidroksida yang mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel yang berada pada badan perairan. Lama-kelamaan akan mengendap dan membentuk lumpur (Palar, 1994). Logam yang sering mencemari lingkungan adalah Pb dan Cd.

a. Timbal (Pb)

a. 1. Penyebaran, Sifat, dan Penggunaan

Timbal lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya. Kadarnya dalam lingkungan meningkat karena penambangan, peleburan, pembersihan, dan berbagai penggunaannya dalam industri (Frank, 1995). Penggunaan utama dalam industri, misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat, aki mobil, kabel, air minum dari pipa berlapis timbal dan pipa PVC (*Polyvinyl chloride*, *Polychloroethene*), dan peralatan makan berglasur. Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan Pb adalah makanan yang biasanya menyumbang 100-300 µg per hari (Frank, 1995). Beberapa produk

logam dibuat dari timbal murni diubah menjadi berbagai bentuk, dan sebagian besar terbuat dari aloy timbal. (Fardiaz, 1992).

a. 2. Keracunan oleh timbal

Timbal dalam bentuk larutan diabsorpsi sekitar 1-10% melalui dinding saluran pencernaan. Sistem darah porta hepatis (dalam hati) membawa timbal tersebut dan dideposisi dan sebagian lagi dibawa darah dan didistribusikan ke dalam jaringan. Timbal kemudian diekskresikan melalui urine dan feses. Kebanyakan ekskresi terjadi melalui cairan empedu ke dalam intestinum dan sebagian kecil diekskresikan melalui dinding intestinum dan ginjal melalui air susu, keringat, dan rambut (Darmono, 1995).

Timbal mungkin berpengaruh negatif pada semua organ yaitu dengan mengganggu enzim oksidase sebagai akibatnya menghambat sistem metabolisme sel, salah satu diantaranya adalah menghambat sintesis Hb dalam sumsum tulang. Timbal menghambat enzim sulfidril untuk mengikat delta-aminolevulinik asid (ALA) menjadi porphobilinogen, serta protofirin-9 menjadi Hb. Hal ini menyebabkan anemia dan adanya basofilik stippling dari eritrosit yang merupakan ciri khas dari keracunan Pb (Darmono, 1995)

b. Kadmium

b. 1. Penyebaran, Sifat, dan Penggunaan

Berdasarkan sifat-sifat fisiknya kadmium merupakan logam yang lunak dan berwarna putih seperti perak. Bila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH^+ , ion-ion Cd^{2+} akan mengalami proses pengendapan (Palar, 1994). Kadmium melarut dengan lambat dengan asam encer dengan melepaskan

hydrogen, ini disebabkan karena potensial elektrodanya yang negatif (Vogel, 1990). Logam kadmium sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia, prinsip dasar penggunaan kadmium adalah sebagai bahan stabilitas, sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating. Dalam industri baterai pesawat terbang banyak digunakan. Pencemaran kadmium dan persenyawaannya ditemukan dalam industri pencelupan, fotografi dan lain-lain (Palar, 1994).

b. 2. Keracunan oleh kadmium

Keracunan kadmium akut biasanya terjadi karena menghirup debu dan asap yang mengandung kadmium dan garam kadmium yang termakan akan menimbulkan mual, muntah, diare dan kejang perut. Keracunan kronis terjadi bila inhalasi kadmium dosis kecil dalam waktu lama dan gejala juga berjalan kronis. Kadmium menyebabkan nefrotoksisitas (toksik ginjal), yaitu gejala proteinuria, glikosuria, dan aminoasiduria disertai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus ginjal. Kasus keracunan kadmium kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Hal tersebut terjadi karena tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap kadmium. Selain itu juga dapat menyebabkan terjadinya osteomalase karena terjadi interferensi daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal (Darmono, 2001).

Jumlah normal kadmium di tanah berada di bawah 1ppm, tetapi angka tertinggi (1.700 ppm) dijumpai pada permukaan sampel tanah yang diambil di dekat pertambangan biji seng. Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya seperti timbal. Menurut badan

dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 μg per orang atau 7 μg per kg berat badan (Anonim, 2006).

3. Sungai Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo memiliki panjang sekitar 548,53 km dan bersumber dari pegunungan kidul, wonogiri ini, melintasi dua wilayah administratif propinsi, yaitu Jawa Tengah dan Jawa Timur. Terdapat 50 pabrik di dekat Bengawan Solo dan 42 di antaranya di wilayah Karanganyar pada tahun 2001. Industri tersebut meliputi pabrik tekstil, penyamakan kulit, Mono Sodium Glutamate (MSG)/vetsin, alkohol konveksi/batik, dan cat (Solikun, 2004). Limbah industri tersebut dapat mengandung logam berat seperti Pb dalam industri digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat (Frank, 1995). Logam kadmium digunakan sebagai bahan pewarna dalam industri plastik (Palar, 1994) dan konveksi/batik (Fardiaz, 1992).

4. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode pengukuran yang berdasarkan pada peristiwa serapan, fluoeresensi, atau emisi dari sinar elektromagnetik oleh atom atau ion. Dua daerah cahaya yang digunakan untuk pengamatan peristiwa adalah sinar X dan sinar UV serta sinar tampak. Spektra atomik sinar ultraviolet di dapatkan secara atomisasi, ialah dengan cara menguraikan senyawa kimia dari sampel menjadi ion dan diubah menjadi partikel atom (Sumarno, 2001). Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur di dalam suatu bahan dengan tingkat kepekaan, kecepatan, ketelitian, dan selektifitas yang tinggi

sehingga dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam jumlah kecil dan zat konsentrasi rendah (Khopkar, 1990).

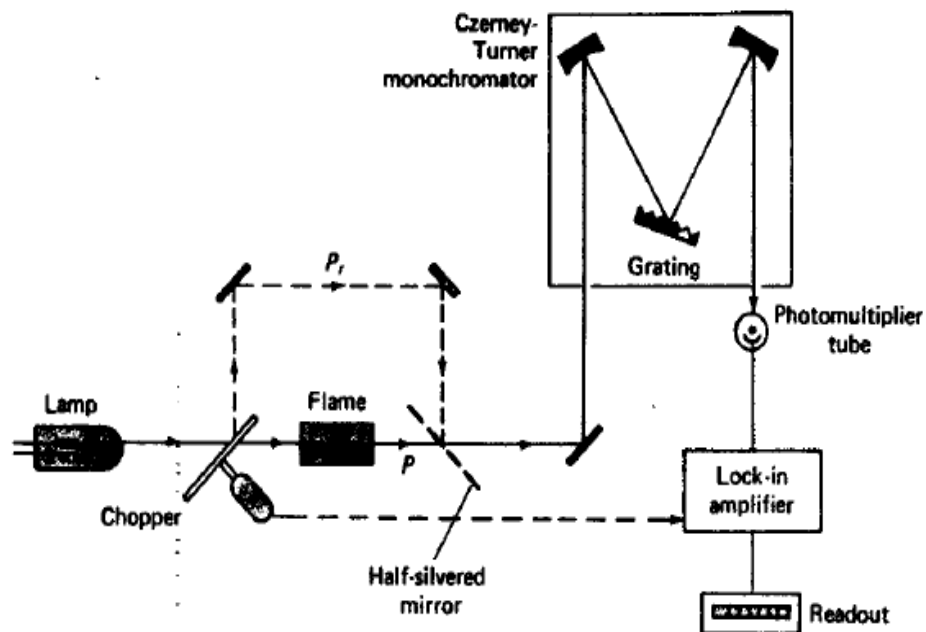
a. Prinsip Analisis Spektrofotometri Serapan Atom

Metode analisis ini didasarkan pada serapan atom yang sangat berpotensi spesifik karena garis serapan atom yang sangat sempit dan karena uniknya energi transisi elektronik untuk setiap elemen. Di sisi lain, terbatas lebar garis membuat masalah pengukuran tidak ditemui dalam penyerapan molekul. Ingat bahwa hukum Beer hanya berlaku untuk radiasi monokromatik, sebuah hubungan linier antara absorbansi dan konsentrasi. Namun, hanya dapat diharapkan jika lebar pita pada sumber yang sempit sehubungan dengan lebar puncak absorpsi. Tidak ada monokromator biasa mampu menghasilkan pita radiasi sempit seperti puncak lebar garis serapan atom (0,002 ke 0,00 nm). Jadi, ketika sumber bekerja kontinyu dengan monokromator untuk atom penyerapan, hanya sebagian kecil radiasi menit adalah panjang gelombang yang diserap, dan perubahan relatif dalam intensitas muncul pita kecil dibandingkan dengan perubahan yang diderita oleh radiasi yang benar-benar sesuai penyerapan (Skoog, 1980).

Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat. Temperatur nyala harus sangat tinggi. Pada umumnya fraksi atom tereksitasi yang berada pada gas yang menyala kecil sekali. Pengendalian temperatur nyala penting sekali. Dibutuhkan kontrol tertutup dari temperatur yang digunakan untuk eksitasi. Kenaikan temperatur menaikkan efisiensi atomisasi (Khopkar, 1990).

b. Instrumentasi

Suatu Spektrofotometer Serapan Atom terdiri dari : sumber radiasi, pembakar, monokromator, detektor dan pencatat.



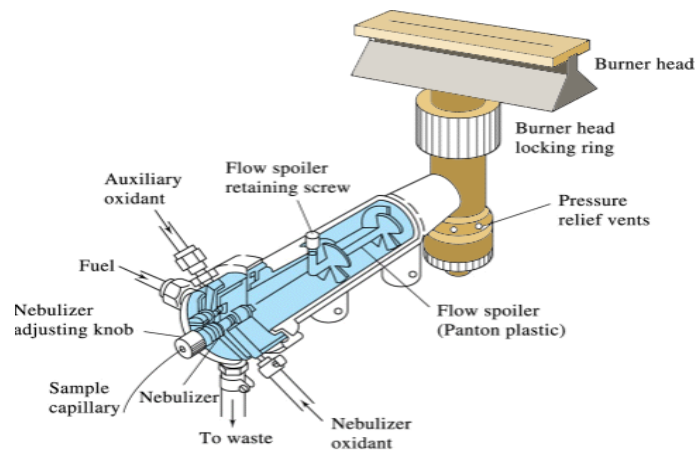
Gambar 1. Skema Spektrofotometer Serapan Atom

1. *Hollow Cathode Lamp*

Sumber yang umum untuk pengukuran serapan atom lampu. Katoda berongga, terdiri dari tungsten anoda dan katoda silinder, dibungkus dalam tabung kaca yang diisi dengan neon atau argon pada tekanan 1 sampai 5 torr. Ionisasi gas terjadi ketika potensi diterapkan di elektroda, dan i sekitar 5 sampai 10 mA dihasilkan sebagai ion bermigrasi ke elektroda. Jika potensi cukup besar, kation gas memperoleh cukup energi kinetik untuk mengeluarkan beberapa dari atom

logam dari permukaan katoda dan menghasilkan awan atom, proses ini disebut *sputtering* (Skoog, 1980).

2. *Flame Atomizer*



Gambar 2. *Flame Atomizer*

Perangkat atomisasi yang paling umum untuk Spektroskopi atom terdiri dari *nebulizer* dan *bumer*, yang akan menghasilkan spray atau aerosol dari sampel cair, yang kemudian dimasukkan ke dalam api.

Rasio antara sinyal referensi dan sampel diperkuat dan diumpankan ke pembacaan, perangkat digital, atau perekam. Alternatifnya, sinyal diperkuat dari balok referensi dan akan dilemahkan untuk menyesuaikan sinyal sampel dengan menggunakan potensiometer. Transmittansi absorbansi kemudian dibaca dari posisi dari kontak kawat. Sinar referensi dalam instrumen serapan atom tidak melewati api dan dengan demikian tidak tepat untuk kehilangan kekuasaan seri karena penyerapan atau hamburan oleh api itu sendiri (Skoog, 1980).

E. LANDASAN TEORI

Air Sungai Bengawan Solo memiliki kandungan logam berat (Cu, Cr, Zn, Fe, Mn) yang tinggi dan melebihi ambang batas (Moelyadi, 1994). Pemaparan logam timbal ini terjadi dalam dua bentuk yaitu organik dan anorganik (Pratami, 2011). Senyawa anorganik timbal memiliki kelarutan dalam air lebih kecil dari pada senyawa organik timbal yang kurang larut dalam air (Fauzi, 2008). Sifat kelarutan senyawa anorganik dalam air yang kecil ini akan mempengaruhi turunnya logam ke dasar sungai dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi, hal ini akan menyebabkan organisme yang mencari makan di dasar perairan (udang, rajungan, dan kerang) akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam berat yang telah terikat di dasar perairan dan membentuk sedimen (Rahman, 2006). Pengendapan logam ini dapat terakumulasi dan meningkatkan kadar logam berat dalam sedimen.

F. HIPOTESIS

Logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) terdapat di dalam sedimen air sungai Bengawan Solo yang berada di sekitar industri di Jurug Surakarta melebihi ambang batas yang diperbolehkan.